

Barbara WITEK

Badania petrograficzne marmurów złoża Wapniarka i Romanowo Górne w NW części pasma Krowiarek

WSTĘP

Marmury pasma Krowiarek stanowią składową część suprakrustalnej serii strońskiej metamorfiku Łądka—Śnieżnika. Charakterystykę występowania, wykształcenia oraz wstępną ocenę marmurów NW części pasma Krowiarek jako surowca przemysłowego podał w 1960 r. J. Kuźniar. Szczegółowe rozpoznanie warunków geologicznych wraz z oceną zasobów i jakości marmurów złożeń Romanowo Górne i Wapniarka przeprowadzono w latach 1969—1970 w ramach prac dokumentacyjnych Przedsiębiorstwa Geologicznego we Wrocławiu.

Dokonano obserwacji mikroskopowych wraz z ustaleniem ilościowego składu mineralnego 55 płytek cienkich. Współwystępowanie oraz proporcje między kalcytem i dolomitem określono na drodze reakcji mikrochemicznych metodą Lemberga (FeCl_2 i $(\text{NH}_4)_2\text{S}$), przeprowadzonych na odkrytych szlifach mikroskopowych. Wyniki 170 analiz chemicznych wykorzystano do przeliczeń na mineralny skład rzeczywisty, ustalając zawartość węglanów.

Dla próbek, których skład mineralny wskazywał na związek Mg z minerałami niewęglanowymi (łyszczyki), stopień dolomityczności i udział węglanów określono na podstawie reakcji mikrochemicznych.

Miło mi podziękować koleżance mgr G. Banaś-Chuchmale za współpracę przy badaniach złoża Wapniarka, kolegom mgrowi inż. S. Bałchanowskiemu i mgrowi inż. M. Dziedzicowi za umożliwienie wykorzystania wyników prac geologiczno-rozpoznawczych. Za życzliwą dyskusję i uwagi przy opracowaniu niniejszego artykułu składam serdeczne podziękowania doc. drowi inż. J. Jerzmańskiemu i doc. drowi hab. inż. S. Kozłowskiemu.

BADANIA DOTYCHCZASOWE

Pozycja geologiczna marmurów pasma Krowiarek występujących w rejonie metamorfiku Łądka—Śnieżnika była różnie interpretowana w dotychczasowych badaniach. Wchodzą one w skład krystalicznej serii strońskiej, reprezentowanej przez zespół łupkowo-paragnejsowy z wkładkami kwarcytów i amfibolitów (H. Teisseyre, 1957).

Pogląd E. F. Vangerowa (1943) — oparty na analogii z dolnokambryjskimi wapieniami wojcieszowskimi, zgodnie z którymi marmury serii strońskiej zajmują szczególną pozycję między algonkiem i kambrem — został skrytykowany przez K. Smulikowskiego już w 1952 r. Kompleks serii strońskiej wraz z granitognejsami śnieżnickimi uznawany był przez geologów niemieckich (G. Fischer, 1936; E. Bederke, 1943) za młodszy wiekowo (algonk) od archaicznego kompleksu obejmującego serię młynowską i gnejsy gierałtowskie. W późniejszych badaniach polskich geologów stwierdzono, że obydwie serie reprezentują jeden kompleks suprakrustalny wieku algonckiego, który ulegał wieloetapowym przeobrażeniom metamorficznym (H. Teisseyre, 1957; K. Smulikowski, 1957, 1960).

Pozycja geologiczna marmurów w łupkowym kompleksie serii strońskiej jest różnie interpretowana. Z. Pentlakowa i T. Wojno (1952) charakteryzują marmury Krowiarek jako wyspowo poprzerywane pasmo, rozciągające się od okolic Stronia Śląskiego w kierunku NW po Żelazno. Zdaniem tych autorów w części południowej (okolice Stronia Śląskiego i Rogózki) wykształcone są jako marmury kalcytowe, na północy natomiast (okolice Trzebieszowic, Ołdrzychowic i Żelazna) w postaci marmurów dolomitowych.

Szczegółowe prace geologiczne J. Kuźniara (1960), przeprowadzone w NW części pasma Krowiarek, dowiodły znacznej zmienności chemicznej marmurów. Autor wyróżnia trzy strefy występowania marmurów o odmiennym chemizmie, odpowiadające osiowym partiom synklin. Jego zdaniem marmury pasma Krowiarek reprezentują jeden poziom stratygraficzny, zamykający cykl sedymentacyjny serii strońskiej, który wskutek zaburzeń fałdowych uległ rozdzieleniu na wymienione strefy. Od północy J. Kuźniar wydziela: marmury dolomitowe synkliny Romanowa, marmury o chemizmie mieszanym dolomitowo-kalcytowym synkliny Żelazna (wzgórze Wapniarka, Słupiec, Łysak, Krzyżowa, wzgórze 586) oraz rozciągające się na południu, wzdłuż uskoku rowu górnej Nysy, marmury dolomitowe synkliny Mielnika—Nowego Waliszowa, rozdzielone utworami łupkowo-paragnejsowymi, tworzącymi wypiętrzenie antyklinalne. Marmury kalcytowe Ołdrzychowic autor ten określa jako osobny nasunięty fałd (por. fig. 1).

Nieco odmienny pogląd dotyczący pozycji marmurów w łupkowym kompleksie serii strońskiej przedstawia J. Don (1964), który wiąże marmury dolomitowe okolic Romanowa Górnego i pas wychodni od Mielnika (na północnym zachodzie) do Nowego Waliszowa (na południowym wschodzie) z tym samym starszym poziomem wapieni krystalicznych. Przypuszcza, że „... marmury dolomitowe występują na obu skrzydłach synkliny i można je uważać za partię antyklinalną” (J. Don, 1964, p. 86). Marmury kalcytowo-dolomitowe, miejscami kalcytowe środkowej i północnej części Krowiarek stanowią natomiast poziom stratygraficznie młodszy, oddzielony od niższego serią łupków łuszczkowych. Marmury w paśmie Krowiarek występują zdaniem tego autora w formie monoklinalnych, nasuniętych fałdów o osiach zanurzonych w kierunku NW.

T. Butkiewicz (1968) badania nad marmurami przeprowadziła wycinkowo, charakteryzując cykl rozwojowy łupków krystalicznych pasma Krowiarek.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA BADANEGO TERENU

Marmury w NW części pasma Krowiarek osiągają maksymalny rozwój w obrębie serii strońskiej. Występują w formie wycienających się soczewkowo pokładów, tkwiących zgodnie w serii łupkowej, z podrzędnym udziałem paragnejsów. Kompleks łupkowy z pokładami marmurów wykazuje budowę fałdową o monoklinalnych upadach warstw, skierowanych generalnie ku północy (J. Kuźniar, 1960). System uskoków poprzecznych powoduje rozerwanie ciągłych pokładów w oddzielne soczewki i ich wzajemne poprzesuwanie, co przypomina formy budinażowe (J. Don, 1964).

Zarówno złoże Wapniarka, jak i Romanowo Górne leżą w obrębie wydzielonej przez J. Kuźniara strefie marmurów dolomitowo-kalcytowych (fig. 1). Znaczne miąższości, jakie osiągają marmury okolic Romanowa

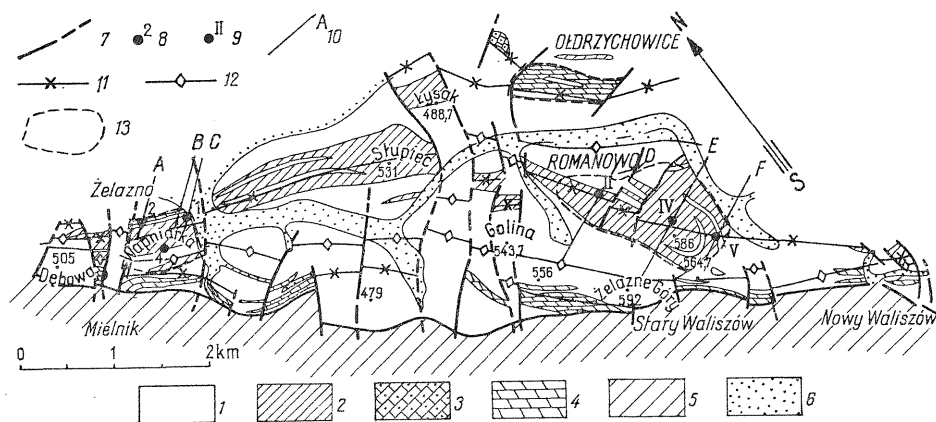


Fig. 1. Uproszczona mapa geologiczna NW części pasma Krowiarek według J. Kuźniara (1960)

Simplified geological map of the north-western part of the Krowiarki Range according to J. Kuźniar (1960)

1 — łupki łyszczykowe i paragnejsy; 2 — marmury dolomitowo-kalcytowe; 3 — marmury kalcytowe; 4 — marmury dolomitowe; 5 — utwory górnokredowe; 6 — utwory czwartorzędowe; 7 — uskoki; 8, 9 — numery otworów wiertniczych (8 — złoże Wapniarka, 9 — złoże Romanowo); 10 — linia przekroju; 11 — oś synkliny; 12 — oś antykliny; 13 — granica złożeń

1 — mica schists and paragneisses; 2 — dolomite-calcite marbles; 3 — calcite marbles; 4 — dolomitic marbles; 5 — Upper Cretaceous rocks; 6 — Quaternary rocks; 7 — faults; 8, 9 — numbers of boreholes (8 — Wapniarka deposit, 9 — Romanowo deposit); 10 — section line; 11 — synclinal axis; 12 — anticlinal axis; 13 — boundary of the deposit

(wzgórze 586), J. Kuźniar tłumaczy podwójnym złożeniem warstw marmuru w strefie ich synklijalnego sfałdowania. J. Don przyjmuje również zamknięcie synklijalne w obrębie marmurów między Nowym Waliszowem a Romanowem Górnym. Łupki łyszczykowe występują tutaj dopiero w partiach stropowych ławic wapieni, gdzie tworzą drobne soczewkowane wtrącenia w tle wapiennym (fig. 4). Marmury odsłaniające się w partiach szczytowych wzgórza Wapniarka J. Kuźniar wiąże z tym samym elementem tektonicznym, jakiemu odpowiadają marmury Romanowa Górnego, a mianowicie z synkliną Żelazna (fig. 1).

Budowa geologiczna złożeń Wapniarka wykazuje znacznie większe uroz-

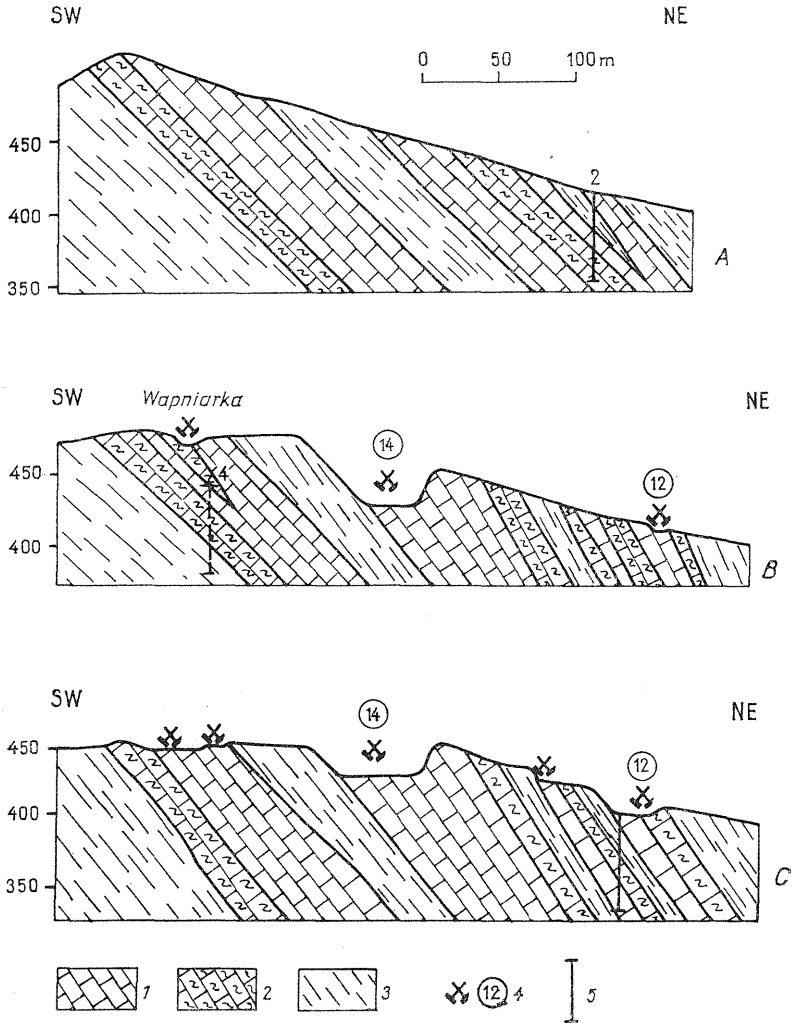


Fig. 2. Schematyczne przekroje geologiczne (A—C) przez złoże Wapniarka

Schematic geological sections (A—C) of Wapniarka deposit

1 — marmury; 2 — przewarstwienia marmurów i łupków łyszczykowych; 3 — łupki łyszczykowe; 4 — punkt, z którego pobrano próbki do badań petrograficznych; 5 — otwór wiertniczy

1 — marbles; 2 — interbeddings of marbles and mica schists; 3 — mica schists; 4 — site from which samples for petrographic analysis were collected; 5 — borehole

maicenie. W wyniku prac dokumentacyjnych (S. Drozdowski, 1970) stwierdzono, że marmury występują w postaci trzech głównych soczewek o przebiegu SSE—NNW i miąższościach około 30—100 m oraz licznych podrzędnych przewarstwień wśród łupkowego tła otoczenia. Ławice marmurów oraz rozdzielające je i otulające od północy i południa utwory łupkowe za-

padają w tym samym kierunku NE pod dość stromymi kątami od około 50 do 70° (fig. 2). Od strony złoże Słupiec są odgraniczone linią uskokuwą o przebiegu NE—SW.

Przyjmując istnienie obalanej synkliny, której oś J. Kuźniar (1960) wyznacza przez wzgórze Wapniarka, pokłady marmurów — tworzące w dzisiejszej intersekcji wyróżnione wcześniej soczewki (południową i środkową) — należałoby odnieść do tego samego poziomu. Soczewka północna natomiast wykazuje najbardziej ograniczone rozprzestrzenienie i miąższość, ulegając wyklonowaniu wśród otaczających łupków. Najprawdopodobniej reprezentuje partię brzeżną na kontakcie z utworami wapiennymi, co tłumaczyłoby znaczną redukcję tej serii na skrzydle leżącym.

Złoże Romanowo Górne zbudowane jest z marmurów odsłaniających się na obszarze pasma wzniesień (najwyższe 586 m) na przestrzeni ok. 2,5 km (fig. 1). Mają one kształt grubej soczewki, której oś pokrywa się z kierunkiem morfologicznego wydłużenia wzniesień o przebiegu NW—SE. Prace geologiczno-rozpoznawcze wykonane na tym obszarze (S. Bałchanowski, M. Dziedzic, 1969) potwierdziły regularność i znaczną szerokość rozprzestrzenienia marmurów. Pokłady marmurów ciągną się na większych przestrzeniach z wyjątkiem stref poprzerywanych uskokuami; szerokość soczewki osiąga maksymalnie ok. 300 m.

Ławice marmurów, podobnie jak w rejonie Wapniarki, podścielają tu serie łupkowe, które zapadają zgodnie pod kątem 50—60° w kierunku wschodnim i północno-wschodnim (fig. 4). Faktyczna miąższość soczewki marmuru w Romanowie Górnym jest trudna do ustalenia ze względu na dość zawilę styl budowy fałdowej. Nie jest wykluczone, że stwierdzone w otworach (II i V) wkładki i drobne przewarstwienia łupków łyszczykowych odpowiadają osiowym strefom obniżenia synkinalnego.

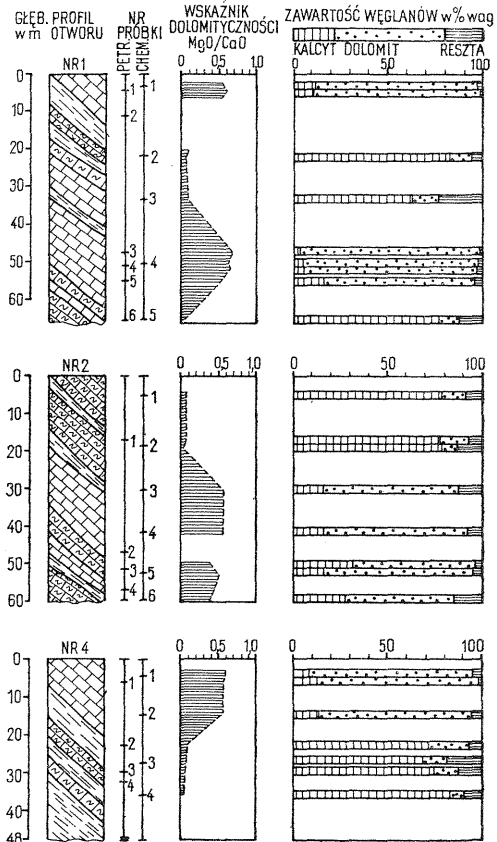


Fig. 3. Profile litologiczne otworów wiertniczych z diagramami ilustrującymi wartość wskaźnika dolomityczności i zawartość węglanów

Lithological sections of boreholes with diagrams illustrating index of dolomitization and content of carbonates

Objaśnienia jak na fig. 2
Explanations as in Fig. 2

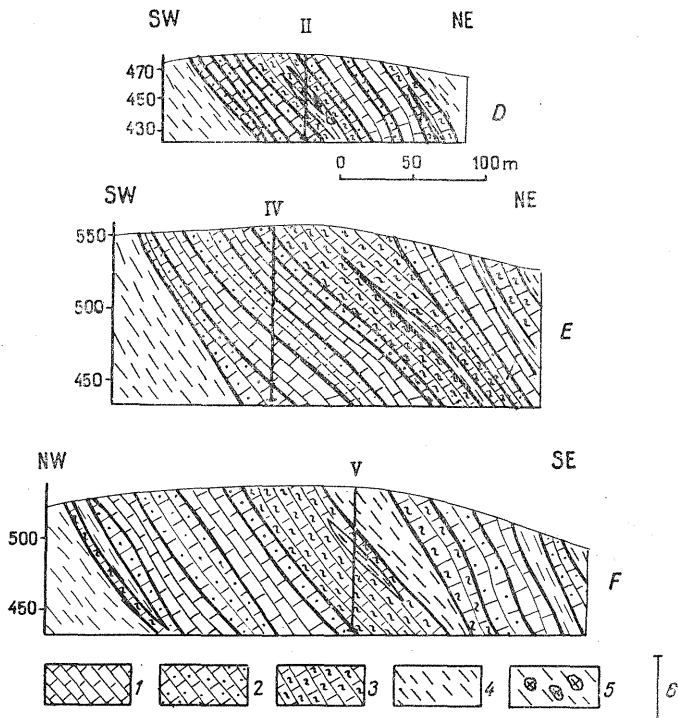


Fig. 4. Schematyczne przekroje geologiczne (D—F) przez złożo Romanowo

Schematic geological sections (D—F) of Romanowo deposit
 1 — marmury kalcytowe; 2 — marmury dolomitowo-kalcytowe;
 3 — marmury dolomitowe; 4 — łupki łyszczykowe; 5 — utwory brekcjowate; 6 — nr otworu wiertniczego

1 — calcite marbles; 2 — dolomite-calcite marbles; 3 — dolomitic marbles; 4 — micaceous schists; 5 — breccia deposits; 6 — number borehole

BADANIA PETROGRAFICZNE

CHARAKTERYSTYKA MAKROSKOPOWA

Marmury złoża Wapniarka, podobnie jak Romanowa Górnego charakteryzują się budową krystaliczną i wyraźnym uławiceniem, zgodnym z przebiegiem wkładek i przerostów łupków łyszczykowych. Laminacja — miejscami bardzo drobna — wyznaczona jest przez równoległe przerosty odmian o różnym zabarwieniu lub uziarnieniu oraz warstewek z obfitym udziałem materiału łupkowego. W miejscach gęstych przerostów lamin łyszczykowych skała przyjmuje charakter łupku wapnistego o dobrej oddzielności. Często obserwuje się zmarszczkowanie i faliste zaburzenia w przebiegu lamin (tabl. I, fig. 8, 9). Kierunkową teksturę skały podkreślają także przerosty warstewek o obfitym nagromadzeniu substancji żela-

zistych (tabl. II, fig. 10, 11). W stosunkowo czystych, jednorodnych odmianach o budowie cukrowej zaznaczają się jedynie ślady laminacji, wyrażone przez milimetrowej grubości warstewki materiału łupkowego lub smużyste skupienia pigmentu żelazistego.

Marmury występujące w północnej soczewce złoza Wapniarka (fig. 2) tworzą przewarstwienia w łupkowym tle otoczenia. Cechują się budową laminowaną i zmiennym udziałem fazy kalcytowej i dolomitowej. Seria łupkowo-wapnista (przewiercona otworami 1 i 2) rozdzielona jest przez dwa pokłady marmurów, które reprezentują bardziej jednorodne skały dolomitowe. Soczewkę południową złoza Wapniarka budują ławice marmurów dolomitowych, barwy biało-kremowej (nawiercone w stropie otworu 4), poniżej których leżą łupki wapniste, zawierające przewarstwienia marmurów kalcytowych (fig. 2, 3).

W soczewce złoza Romano Górne marmury pozbawione większych domieszek materiału łupkowego występują w formie miąższych pokładów w jej brzeźnych partiach (fig. 4). Reprezentują gruboławicowe skały o budowie cukrowej, barwach mleczno- lub szarobiałych z odcieniem niebieskawym (strop i spąg otworu IV — fig. 5). Pod względem chemicznym cechują się zdecydowaną przewagą fazy kalcytowej. W środkowej partii soczewki laminowane marmury drobno- i średnioziarniste, zawierające sporo pigmentu żelazistego i rozproszonych minerałów lyszczykowych, są bardziej dolomityczne.

ANALIZA MIKROSKOPOWA

W obrazie mikroskopowym marmury przedstawiają całkowicie zrekrystalizowane skały węglanowe, zbudowane ze sparytowego tła o mozaikowo ząbających się ziarnach (*pseudosparite* według R. Folka, 1969).

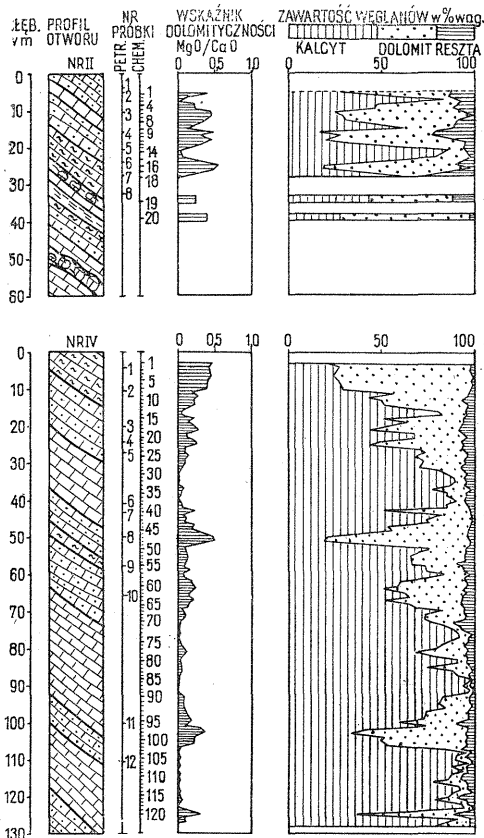


Fig. 5. Profile litologiczne otworów wiertniczych z diagramami ilustrującymi wartość wskaźnika dolomityczności i zawartość węglanów

Lithological sections of boreholes with diagrams illustrating index of dolomitization and content of carbonates

Objaśnienia jak na fig. 4

Explanations as in Fig. 4

W odmianach jednorodnych marmurów domieszki materiału łupkowego występują w ilościach zauważalnych dopiero w obserwacjach mikroskopowych. Przeprowadzona analiza pozwoliła na określenie jakościowego i ilościowego składu mineralnego, scharakteryzowanie cech strukturalnych, teksturalnych oraz sposobu współwystępowania kalcytu i dolomitu (obserwacje płytek cienkich po reakcji Lemberga).

UZIARNIENIE

Obserwacje mikroskopowe potwierdziły dostrzegalne makroskopowo zróżnicowanie strukturalne poszczególnych odmian. Porównanie wielkości uziarnienia z wynikami badań dolomityczności wskazują na związek tego zróżnicowania z charakterem chemicznym. Struktury drobnokrystaliczne (Φ 0,03 mm) wykazują marmury o chemizmie dolomitowym, cechujące się dość ścisłym wypełnieniem przestrzeni skalnej. W drobno- i średniokrystalicznym tle skalnym o średnicy ziarn mieszczącej się odpowiednio w przedziale 0,016—0,06 i 0,06—0,25 mm sporadycznie obserwuje się pojedyncze pory. Drobne ziarna dolomitu o pokroju romboedrycznym ściśle wypełniają przestrzeń skalną. Kalcyt tworzy w tych odmianach wypełnienia

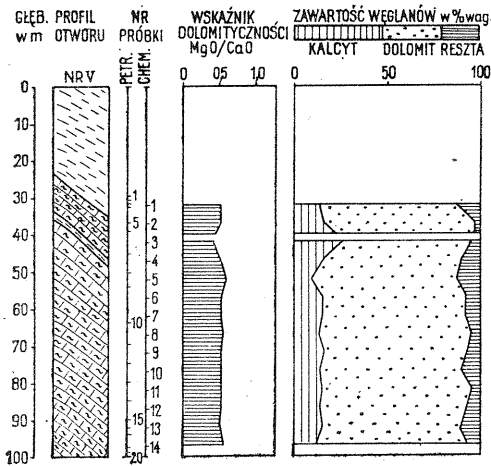


Fig. 6. Profil litologiczny otworu wiertniczego nr V z diagramami ilustrującymi wartość wskaźnika dolomityczności i zawartość węglanów
Lithological section of borehole V with diagrams illustrating index of dolomitization and content of carbonate

Objaśnienia jak na fig. 4
Explanations as in Fig. 4

interstycjalne i przyjmuje najczęściej formę soczewkowatych przerostów (tabl. IV, fig. 14, 15). Obserwowane plamiste przerosty o strukturze mikrokryystalicznej (Φ poniżej 0,006 mm) reprezentują prawdopodobnie relikty wapieni mikrytowych.

Marmury grubokrystaliczne o średnicy ziarn w przedziale 0,25—1,0 mm zbudowane są z wykształconych tabliczkowo, ksenomorficznych ziarn kalcytu, układające się w charakterystyczne struktury mozaikowe. Dolomit występuje w formie pojedynczych, częściowo idiomorficznych ziarn (tabl. III, fig. 12, 13).

W ułożeniu poszczególnych składników zaznacza się na ogół uporządkowanie, wyznaczone przez pasmowe i smużyście skupienia minerałów nie-

węglanowych — łyŝczyki, kwarc, substancja żelazista (tabl. II, fig. 11; tabl. V, fig. 17).

Marmury laminowane, o zmiennym chemizmie zbudowane są z naprzemianległych soczewkowatych skupień kalcytu i dolomitu (tabl. VI, fig. 18, 19). Kierunkowo c podkreśla także spłaszczenie ziarn dolomitu w jednoro nych odmianach (tabl. III, fig. 13) oraz wyd u zenie gruboblastycznych agregat  kalcytu w odmianach łupkowych (tabl. V, fig. 16).

SKŁAD MINERALNY

Najbardziej jednoro ne pod względem składu mineralnego są odmiany dolomitowe, zbudowane prawie wyłacznie z minerałów węglanowych (złoże Wapniarka ok. 96—99% — tabl. 1; złoże Romanowo ok. 96—99% — tabl. 4). Zawarte w nich domieszki materiału łupkowego stanowi  drobne, ziarniste agregaty kwarcu oraz drobnych blaszek  yŝczyk w, których udział nie przekracza 5%.

Marmury kalcytowe i kalcytowo-dolomitowe zawierają znacznie s niejsze ilości materiału łupkowego w formie cienkich lamin i smug. Udział minerałów węglanowych wynosi od ok. 82 do 96%, kwarc zajmuje do 2,5% objętościowych skały, a minerały  yŝczykowe stanowi  6% (tabl. 1). Skalenie występują w minimalnej ilości; w analizie planimetrycznej policzono je  acznie z kwarcem, który miejscami tworzy sekrecyjne skupienia (tabl. III, fig. 12). Minerale  yŝczykowe reprezentuje głownie muskowitz, niekiedy serycyt oraz drobne ilości odbarwionego biotytu. Z minerałów akcesorycznych spotyka się epidot i tytanit oraz rozproszone grudki tlenków żelaza, odgrywające rol  pigmentu barwiącego ska e. W większych ilościach pojawiają się one w laminowanych marmurach barwy r ozowo-brunatnej, gdzie tworzą ciągłe warstewki i smużyste przerosty (złoże Romanowo — tabl. II).

W skałach wapnistych, występujących na przej ciu od ławic marmurów do łupków  yŝczykowych, udział  yŝczyk w wynosi 6—17%, a kwarc stanowi 9—18% (tabl. 1, 4).

W łupkach tworzących przeławicenia wśród marmurów udział węglanów jest do c znaczny (ok. 15%), wapnisto c łupków podścielających pokłady marmurów jest natomiast rzędu kilku procent. Skały krystaliczne znajdujące się w łupkowym tle otoczenia marmurów reprezentują typowe łupki epidotowo-granatowe (tabl. 1). Nie stwierdzono w nich — w bezpośrednim sąsiedztwie z pokładami marmurów — metasomatycznego oddziaływania frontów granityzacji, jakie miały miejsce w supra-krustalnej serii strońskiej.

BADANIA DOLOMITYCZNOŚCI

Oceny stopnia dolomityczności dokonano na podstawie przeliczenia wyników analiz chemicznych oraz identyfikacji węglanów dzięki reakcjom mikrochemicznych (metod  Lemberga). Z procentowej zawartości CaO i MgO wyliczono — na zasadzie stosunków molekularnych — udział CaCO₃ i MgCO₃, a następnie kalcytu i dolomitu (tabl. 2, 5). Podobne przeliczenia zastosowano odwrotnie, dla określenia zawartości MgO i CaO,

Tabela 1

Skład mineralny marmurów i łupków złoza Wapniarka (na podstawie analiz planimetrycznych)

Otwór nr	Próbka nr	Głębokość w m	Zawartość składnika w % obj.					Suma
			Węglany	Kwarc	Łyszczyki	Epidot Granat	Minerały nieprzezroczyste	
1	1	4,5	93,4	0,6	0,7	—	0,3	100,0
	2	11,3	15,5	18,8	48,8	2,1	14,8	100,0
	3	47,5	99,6	0,1	0,2	—	0,1	100,0
	4	51,0	96,8	1,1	2,0	—	0,1	100,0
	5	55,0	96,1	2,4	1,4	—	0,1	100,0
	6	58,9	65,8	16,0	17,4	—	0,8	100,0
2	1	17,3	93,5	3,5	2,4	—	0,6	100,0
	2	47,0	83,7	8,0	7,3	—	1,0	100,0
	3	51,6	95,9	1,9	1,8	—	0,4	100,0
	4	57,0	75,9	8,6	13,3	—	2,2	100,0
3	1	18,5	9,1	18,1	63,3	3,1	6,4	100
4	1	6,0	97,9	1,9	0,1	—	0,1	100,0
	2	23,0	93,2	3,0	3,1	—	0,7	100,0
	3	29,8	88,0	5,7	6,1	—	0,2	100,0
	4	32,4	92,4	2,4	2,7	—	2,5	100,0
	5	47,5	1,2	31,8	56,3	7,8	2,9	100,0
Odsłonięcie nr	3		94,6	4,1	1,0	—	0,3	100,0
	4		82,6	12,4	4,8	—	0,2	100,0
	12		97,7	0,2	2,0	—	0,1	100,0
	14		98,6	0,8	0,3	—	0,3	100,0
	21		94,6	1,5	3,8	—	0,1	100,0
		21	95,5	2,1	2,3	—	0,1	100,0

wyliczonych z ilości kalcytu i dolomitu i oznaczonych na drodze reakcji mikrochemicznych (tab. 3). Zgodność wyników oznaczeń węglanów dwiema metodami stwierdzono w przypadku analiz czystych, jednorodnych skał węglanowych.

J. Kuźniar (1960), jak wspomniano wyżej, podzielił marmury pasma Krowiarek na odmiany różniące się procentową zawartością MgO: marmury dolomitowe, marmury o mieszanym chemizmie kalcytowo-dolomitowe i marmury kalcytowe. W niniejszym artykule dla określenia stopnia zdolomityzowania badanych skał zastosowano tzw. wskaźnik dolomityczności (wyrażony stosunkiem MgO:CaO, zaproponowany przez S. Śliwińskiego, 1966).

Przeprowadzone badania wykazały, że marmury o różnym chemizmie, reprezentujące skały dolomitowe, kalcytowe i kalcytowo-dolomitowe, tworzą naprzemianległe ławice i pokłady, które tkwią zgodnie wśród łupków (fig. 3, 5 i 6). Dolomityczność zmienia się w sposób ciągły, granica między wyróżnionymi odmianami jest nieostra. Zmiana udziału fazy kal-

Tabela 2

Analizy chemiczne — zawartość węglanów złoża Wapniarka

Otwór nr	Próbka nr	Głębokość pobrania w m od — do	Zawartość tlenków (w % wag.)				Wskaźnik dolomitycz- ności MgO : CaO	Zawartość węglanów					
			Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO		z analiz chemicznych w % wag.				z analiz mikroche- micznych w % obj.	
								CaCO ₃	MgCO ₃	kalcyt	dolomit	kalcyt	dolomit
1	1	3,3—3,5	0,67	0,12	32,90	18,75	0,57	58,57	39,19	11,93	85,83	11,25	87,21
	2	21,8—22,0	0,90	0,12	49,49	3,06	0,06	88,12	6,40	82,48	12,04	X	X
	3	33,2—34,4	1,18	0,19	39,33	3,11	0,08	70,08	6,50	62,35	14,23	X	X
	4	50,4—50,6	0,95	0,12	31,43	20,16	0,64	55,95	42,14	5,80	92,29	5,60	91,24
	5	65,0—65,2	0,95	0,19	46,69	2,26	0,05	83,10	4,73	77,47	10,36	X	X
2	1	5,8—6,0	0,76	0,12	47,81	2,75	0,06	85,10	5,75	78,26	12,59	X	X
	2	18,9—19,1	1,09	0,12	46,31	1,61	0,03	82,43	3,37	78,42	7,38	77,99	15,47
	3	30,5—30,7	1,14	0,19	27,18	15,47	0,57	54,58	32,33	16,11	70,80	X	X
	4	41,8—42,0	0,95	0,12	28,72	16,55	0,58	57,32	34,59	16,16	75,75	X	X
	5	52,3—52,5	0,57	0,12	33,75	17,24	0,51	60,07	36,04	17,18	78,19	31,54	64,39
	6	59,8—60,0	1,24	0,19	32,90	12,41	0,38	58,57	25,93	27,71	56,79	X	X
3	1	4,4—4,6	0,81	0,12	31,63	18,86	0,60	56,31	39,42	9,44	86,33	12,62	85,31
	2	14,6—14,8	1,19	0,12	32,20	17,53	0,55	57,32	36,64	13,72	80,24	X	X
	3	27,3—27,5	1,43	0,19	42,19	2,60	0,06	75,09	5,44	68,62	11,91	71,93	21,34
	4	35,8—36,0	0,90	0,12	48,65	1,65	0,03	86,60	3,45	82,50	7,55	X—	X

X — oznaczeń nie wykonano

Tabela 3

Wyniki przeliczonych analiz mikrochemicznych (na podstawie analiz planimetrycznych) złoża Wapniarka

Otwór nr	Próbka nr	Głębokość w m	Zawartość węglanów w % obj.		Wyniki przeliczeń				
			kalcyt	dolomit	Zawartość składnika w % obj.				Wskaźnik dolomityczności MgO : CaO
					CaCO ₃	MgCO ₃	CaO	MgO	
1	1	4,5	11,25	87,21	58,61	39,85	32,93	19,07	0,58
	3	47,5	2,43	97,14	55,18	44,39	31,00	21,24	0,69
	4	51,0	5,60	91,24	55,14	41,70	30,78	19,95	0,65
	5	55,0	16,15	79,91	59,54	36,52	33,45	17,47	0,52
2	1	17,3	77,99	15,47	86,39	7,07	48,53	3,38	0,07
	2	51,6	31,54	64,39	66,50	29,43	37,36	14,08	0,38
3	1	6,0	12,62	85,31	58,94	38,99	33,11	18,66	0,56
	2	23,0	71,93	21,34	83,52	9,75	46,92	4,67	0,10
	3	29,8	74,95	13,02	82,02	5,95	46,08	2,85	0,06
Odslonięcie nr		3	42,69	51,93	70,89	23,73	39,83	11,35	0,28
		4	62,34	20,24	73,33	9,25	41,20	4,43	0,11
		12	8,67	89,07	57,04	40,70	32,04	19,47	0,61
		14	19,06	79,57	62,27	36,36	34,98	17,40	0,50
		21	28,40	70,23	66,53	32,10	37,38	15,35	0,41
		21	53,36	42,13	76,24	19,25	42,83	9,21	0,21

cytowej i dolomitowej ma charakter zmian horyzontalnych, biegnących równoległe do warstwowania.

W złożu Wapniarka (fig. 2, 3) marmury o wybitnej przewodze fazy dolomitowej ($MgO:CaO = 0,4-0,60$) stwierdzono w spągowych ławicach soczewki południowej (otwór 2), środkowej (odsłonięcie 14) oraz w stropowym i środkowym odcinku profilu otworu 1 (soczewka północna). Punkty projekcyjne tych marmurów, w których zawartość fazy kalcytowej nie przekracza 20%, zajmują na diagramie klasyfikacyjnym prawe naroże (fig. 7A). Marmury występujące w strefie przejściowej do łupków (spąg otworu 2) wykazują zmienny chemizm o przewodze fazy kalcytowej lub dolomitowej $MgO:CaO=0,1-0,4$. Marmury wybitnie kalcytowe ($MgO:CaO$ poniżej 0,1), których punkty projekcyjne grupują się w pobliżu naroża $CaCO_3$ (fig. 7A), stanowią drobne przeławiczenia w serii łupkowej.

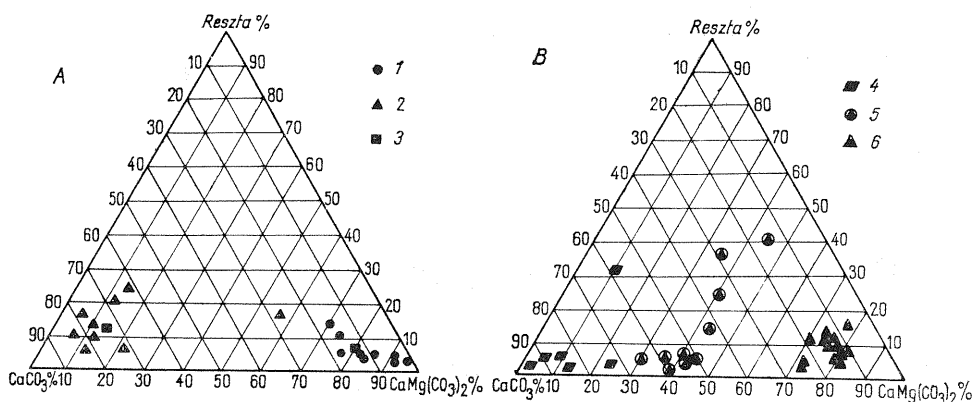


Fig. 7. Diagramy ilustrujące zawartość węglanów w marmurach złoża Wapniarka (A) i Romanowo (B)

Diagrams illustrating carbonate content in marbles of Wapniarka deposit (A) and Romanowo deposit (B)

1 — marmury; 2 — marmury z przewarstwieniami łupków łyszczykowych; 3 — łupki łyszczykowe z wkładkami marmurów; 4 — marmury kalcytowe; 5 — marmury kalcytowo-dolomitowe; 6 — marmury dolomitowe

1 — marbles; 2 — marbles with interbeddings of micaceous schists; 3 — mica schists with marble intercalations; 4 — calcite marbles; 5 — calcite-dolomitic marbles; 6 — dolomitic marbles

W złożu Romanowo (fig. 4, 5 i 6) drobnokrystaliczne marmury dolomityczne występują w środkowej partii soczewki. Na diagramie klasyfikacyjnym zajmują ograniczony obszar w pobliżu prawego naroża (fig. 7B). Grubokrystaliczne marmury o dominującym udziale fazy kalcytowej tworzą ławice występujące w jej brzeżnych partiach. Wskaźnik dolomityczności tych skał nie przekracza 0,2, a udział dolomitu sięga 20%. Przechodzą one stopniowo w odmiany dolomitowo-kalcytowe o wskaźniku dolomityczności w granicach 0,2—0,4, w których kalcyt i dolomit tworzą przewarstwienia układające się zgodnie z teksturą kierunkową skały (tabl. IV, fig. 14, 15).

Skład mineralny marmurów złoża Romanowo (na podstawie analiz planimetrycznych)

Otwór nr	Próbka nr	Głębokość w m	Zawartość składnika w % obj.				Wskaźnik dolomityczności MgO : CaO	Zawartość węglanów (reakcja mikrochemiczna)		Wskaźnik dolomityczności z reakcji mikrochemicznej MgO : CaO
			Węglany	Kwarc	Łyszczyki	Minerały nieprzezroczyste		kalcyt	dolomit	
II	1	4,0	95,2	0,8	2,4	1,6	—	—	—	—
	2	5,0	76,8	2,8	14,9	5,5	0,40	35,1	41,7	0,28
	3	10,6	63,4	16,0	9,0	11,6	0,43	28,1	35,3	0,29
	4	15,9	75,4	6,1	16,1	2,4	0,48	37,2	34,2	0,23
	5	20,5	77,5	13,4	8,8	0,3	0,04	62,2	15,3	0,08
	6	24,0	91,4	2,8	2,7	3,1	0,56	—	—	—
	7	27,4	86,8	3,4	6,8	3,0	0,06	80,0	6,8	0,03
	8	32,5	93,0	3,0	4,1	2,6	0,25	—	—	—
IV	1	4,1	98,6	0,4	0,6	0,4	0,43	—	—	—
	2	10,4	94,9	2,2	1,6	1,3	0,20	—	—	—
	3	20,0	88,9	4,4	5,7	1,0	0,21	35,3	53,6	0,32
	4	24,2	79,5	1,9	14,8	3,8	0,23	50,2	29,3	0,17
	5	27,0	89,0	4,1	5,1	1,8	0,10	76,3	12,7	0,05
	6	40,8	94,3	2,7	2,0	1,0	0,02	—	—	—
	7	43,1	94,5	0,9	2,2	2,4	0,05	86,2	8,3	0,3
	8	49,8	82,5	0,4	7,9	9,2	0,20	—	—	—
	9	57,8	92,8	5,3	0,2	1,7	0,14	72,2	20,6	0,09
	10	65,7	84,8	10,3	2,7	2,2	0,18	—	—	—
	11	100,2	96,5	0,4	1,2	1,9	0,19	—	—	—
	12	110,6	98,8	0,2	0,8	0,2	0,00	—	—	—
V	1	29,6	78,1	13,1	8,2	0,6	0,53	24,3	53,8	0,39
	2	30,3	80,4	9,1	9,7	0,8	0,53	19,2	61,3	0,45
	3	31,6	62,3	28,1	7,9	1,7	0,53	10,3	52,0	0,52
	4	32,2	92,4	3,7	3,0	0,9	0,53	—	—	—
	5	30,9	92,0	6,5	1,0	0,5	0,53	—	—	—
	6	39,0	91,9	4,1	3,8	0,2	0,53	—	—	—
	7	45,0	96,5	1,8	1,1	0,6	0,42	—	—	—
	8	50,2	90,2	5,6	3,7	0,5	0,60	—	—	—
	9	53,9	87,5	8,0	3,4	1,1	0,60	—	—	—
	10	63,6	99,9	0,1	—	—	0,52	—	—	—
	11	69,6	97,0	1,7	1,0	0,3	0,55	—	—	—
	12	74,8	94,0	5,1	0,9	—	0,52	—	—	—
	13	79,8	97,6	1,4	0,7	0,3	0,54	—	—	—
	14	84,8	90,1	5,5	3,0	1,4	0,53	—	—	—
	15	89,8	95,7	2,8	0,7	0,8	0,54	—	—	—
	16	92,0	95,4	2,2	1,7	0,7	0,52	—	—	—
	17	93,8	92,5	4,0	3,2	0,3	0,52	—	—	—
	18	97,6	91,7	7,3	0,7	0,3	0,57	—	—	—
	19	98,7	90,1	4,3	3,1	2,5	0,57	—	—	—
	20	99,8	95,9	2,5	0,4	1,2	0,57	—	—	—

Analizy chemiczne — węglanów złoża Romanowo

Otwór nr	Próbka nr	Głębokość pobrania w m od — do	Zawartość tlenków w % wag.				Wskaźnik dolomityczności MgO : CaO	Zawartość węglanów w % wag.				Wskaźnik dolomityczności z reakcji mikrochemicznej MgO : CaO
			Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO		CaCO ₃	MgCO ₃	kalcyt	dolomit	
II	1	5,0—6,0	0,89	0,10	32,90	13,29	0,40	58,56	27,78	25,61	60,73	0,28
	2	10,0—11,0	1,37	0,16	35,05	15,24	0,43	62,38	31,85	24,61	69,62	0,29
	3	15,5—16,0	0,87	0,10	28,36	13,72	0,48	50,48	28,67	16,48	45,15	0,23
	4	19,6—21,8	0,53	0,08	50,68	1,79	0,04	90,21	3,74	85,77	8,18	0,08
	5	24,0—25,4	0,28	0,02	32,40	18,00	0,56	57,67	32,04	19,67	70,04	—
	6	26,8—28,5	1,35	0,20	36,05	2,08	0,06	64,17	4,35	59,01	9,51	0,03
	7	33,1—35,5	0,49	0,06	37,40	9,57	0,25	66,57	20,00	42,85	43,72	—
IV	1	3,8—4,8	0,25	0,52	37,06	15,76	0,43	65,97	32,94	26,90	72,01	—
	2	10,2—11,2	0,43	śl.	44,47	9,05	0,20	79,16	18,91	56,73	41,34	—
	3	19,5—20,5	0,30	0,13	41,83	8,83	0,21	74,46	18,45	52,58	40,33	0,32
	4	23,5—24,5	1,22	0,18	41,65	9,52	0,23	74,14	19,90	50,54	43,50	0,17
	5	26,5—27,5	0,17	0,18	48,01	4,89	0,10	85,46	10,22	73,34	22,34	0,05
	6	39,8—40,5	0,12	0,09	52,24	0,91	0,02	92,99	1,90	90,73	4,16	—
	7	41,8—43,1	0,27	0,13	51,98	2,66	0,05	92,52	5,56	85,93	12,15	0,03
	8	48,8—49,9	1,95	0,13	44,21	9,00	0,20	78,69	18,81	56,38	41,12	—
	9	57,1—58,2	0,08	śl.	45,98	6,35	0,14	81,84	13,27	66,10	29,01	0,09
	10	64,8—65,8	0,19	śl.	43,68	7,94	0,18	77,75	16,59	58,07	36,27	—
	11	102,0—103,0	0,16	0,15	45,18	8,54	0,19	80,42	17,85	59,25	39,02	—
	12	110,0—111,1	0,10	0,06	53,82	0,03	0,005	95,80	0,06	95,73	0,13	—
V	1	29,1—35,0	0,79	—	30,00	16,02	0,53	53,40	33,48	13,69	73,19	0,39, 0,45
	2	35,0—40,0	0,44	—	33,71	17,76	0,53	60,00	37,12	15,98	81,14	0,52
	3	40,0—45,0	0,69	—	35,71	15,00	0,42	63,56	31,35	26,38	72,79	nie przeliczano
	4	50,0—55,0	0,25	—	28,57	17,04	0,60	50,85	35,61	8,62	77,84	
	5	60,0—65,0	0,34	—	32,00	16,70	0,52	56,96	34,90	15,57	76,29	
	6	65,0—70,0	0,39	—	32,28	17,66	0,55	57,46	36,91	13,68	80,69	
	7	70,0—75,0	0,34	—	32,28	16,69	0,52	57,46	34,88	16,09	76,25	
	8	75,0—80,0	0,44	—	30,85	16,56	0,54	54,91	34,61	13,86	75,66	
	9	80,0—85,0	0,39	—	32,85	17,44	0,53	58,47	36,45	15,24	79,68	
	10	85,0—90,0	0,54	—	31,71	17,10	0,54	56,44	35,74	14,05	78,13	
	11	90,0—95,0	0,34	—	30,85	16,17	0,52	54,91	33,80	14,82	73,89	
	12	95,0—100,0	0,44	—	31,14	17,89	0,57	55,43	37,39	11,09	81,73	

Obserwacje płytek cienkich po reakcjach mikrochemicznych wykazały, że kalcyt i dolomit tworzą najczęściej równoległe, warstewkowe lub smużyste przerosty, układające się zgodnie z teksturą kierunkową skały (tabl. VI, fig. 18, 19). Dolomit tworzy drobnokrystaliczne odmiany zbudowane z mozaikowo zazębających się ziarn o pokroju romboedrycznym. Na ogół uważa się, że romboedryczne wykształcenie ziarn dolomitu spowodowane jest powstaniem w warunkach umożliwiających swobodę ich wzrostu (S. Śliwiński, 1964). E. Ingerson (1962) stwierdza, że dolomit wykazuje większą skłonność do tworzenia ziarn idiomorficznych aniżeli kalcyt, niezależnie od sposobu powstawania.

W grubokrystalicznych marmurach kalcytowych pojedyncze ziarna dolomitu tkwiące w tle kalcytowym również charakteryzują się częściowo idiomorficznym wykształceniem (tabl. V, fig. 13).

Obecność kalcytu obok dolomitu zdaniem wielu autorów wywołana jest dolomityzacją w procesie metasomatozy wczesnodiagenetycznej (E. Ingerson, 1962; I. M. Strachow, 1962). Według zwolenników tej teorii tworzenie się dolomitu ułatwia charakter osadu; przebiegająca we wczesnym stadium diagenetyzacji dolomityzacja nie skonsolidowanego osadu umożliwia swobodny wzrost dobrze wykształconych kryształów. Obserwowano także skały węglanowe o zmiennych ilościach kalcytu i dolomitu, powstające współcześnie w płytkich lagunach i przybrzeżnych jeziorach u wybrzeży Australii Południowej (A. R. Alderman, H. C. W. Skinner, 1957). Tworzenie się dolomitu następuje latem i na wiosnę w okresach wzrostu pH (8,5—9,0), przy wysokim zasoleniu wody morskiej. E. Ingerson (1962) uważa, że osady te przedstawiają etap rozwoju odpowiadający wczesnej diagenecie na dnie zbiornika. Wydaje się bardzo prawdopodobne, że zmienność chemizmu badanych marmurów i obecność fazy kalcytowej obok dolomitowej wynika z pierwotnego zróżnicowania serii osadowych i dolomityzacji wywołanej metasomatozą wczesnodiagenetyczną.

Późniejsze przeobrażenia serii suprakrystalnej w warunkach metamorfizmu regionalnego spowodowały jedynie rekrytalizację minerałów węglanowych bez zmiany składu chemicznego. Procesy rekrytalizacyjne wywołały zmianę wielkości, pokroju oraz orientacji ziarn. Wpływ ciśnienia metamorficznego zaznaczył się w kierunkowym uporządkowaniu składników, zgodnie z płaszczyznami warstwowania wyjściowych skał osadowych. Tego typu przeobrażenia R. Folk (1968) określa jako zjawiska neomorfizmu, wyróżniając przy tym *aggrading recrystallization* (wzrost wielkości ziarn) i *degrading recrystallization* (zmniejszenie wielkości ziarn w stosunku do wymiarów ziarn skały pierwotnej). W badanych skałach brak relików, które mogłyby wskazywać na rodzaj materiału, jaki ulegał rekrytalizacji. Mogła nim być zarówno węglanowa substancja mikrytowa, jak i sparytowa.

W. Butkiewicz (1968) uważa, że kalcyt stanowi w marmurach dolomitowo-kalcytowych składnik młodszy, doprowadzony w „pierwotnie dolomityczne marmury”. Takie pochodzenie można przypisać impregnacjom kalcytowym innej generacji, które w formie cienkich utworów żyłowych przecinają skały niejednokrotnie skośnie w stosunku do laminacji.

OCENA PRZYDATNOŚCI PRZEMYSŁOWEJ

Złóża marmurów dolnośląskich użytkowane są głównie przez przemysł kamienia budowlanego. Wstępna ocena podana przez J. Kuźniara (1960) sugerowała możliwość wykorzystania w przemyśle hutniczym marmurów dolomitowych ze złoża Ołdrzychowice i niektórych partii złóż w strefie marmurów dolomitowo-kalcytowych.

M. Sułkowski (1965) charakteryzuje marmury złoża Ołdrzychowice jako surowiec o dużej czystości, możliwy do wykorzystania w przemyśle ceramicznym i szklarskim oraz jako materiał dekoracyjny, nie przydatny w przemyśle hutniczym wskutek nadmiaru topników. M. Ruśkiewicz (1974) — na podstawie badań rozpoznawczych wykonanych w 1968 r. przez PG w Krakowie — uważa, że północno-zachodnia część złoża spełnia wymagania przemysłu hutniczego jako surowiec do celów konwertorowych (średnie parametry MgO — 20,80%, SiO₂ — 0,75%, R₂O₃ — 0,65%).

Szczegółowe badania oceny przydatności przemysłowej marmurów złóż Wapniarka i Romanowo, wykonane w ramach prac dokumentacyjnych w latach 1969—1970 przez PG we Wrocławiu dowiodły znacznej zmienności chemizmu. Średnie parametry chemiczne (tab. 6) nie spełniają wymagań przemysłu hutniczego i szklarskiego przede wszystkim ze względu na niską zawartość MgO i partiami wysoki udział Fe₂O₃, stanowią natomiast dobry materiał budowlany dla celów dekoracyjnych (S. Bałchanowski, M. Dziedzic, 1969; S. Drozdowski, 1970).

Tabela 6

Wartość średnich parametrów chemicznych

Złoże	Zawartość składnika (% wag.)					
	CaO	CaCO ₃	MgO	MgCO ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
Ołdrzychowice*	30,70	54,64	18,53	38,72	0,38	nie podano
Romanowo**	43,67	77,73	7,70	16,10	0,49	0,07
Wapniarka**	38,63	68,77	10,21	21,34	0,98	0,14

* Dane wg J. Kuźniara.

** Dane wg dokumentacji geologicznej.

Dolomitowe marmury złoża Ołdrzychowice o korzystnych parametrach chemicznych są obecnie eksploatowane dla celów przemysłu szklarskiego i materiałów budowlanych. Dogodne warunki komunikacyjne oraz położenie obydwu omówionych złóż Wapniarka i Romanowo w pobliżu istniejących zakładów przerobczych stwarzają w tym rejonie możliwości rozwoju potężnej bazy surowcowej dla potrzeb kamienia budowlanego oraz zabezpieczenia i ochrony złoża Ołdrzychowice, spełniającego częściowo wymagania przemysłu hutniczego.

WNIOSKI

Marmury złóż Wapniarka i Romanowo Górne występujące w NW części pasma Krowiarek przedstawiają kompleks dolomitycznych wapieni krystalicznych z wkładkami łupków łyszczykowych, o monoklinalnych upadach warstw, skierowanych generalnie ku NE. Interpretowane są jako strefa synklinalnego sfałdowania o osiach zanurzających się ku NW (J. Kuźniar, 1960; J. Don, 1964). Pokłady i ławice marmurów reprezentują relikty suprakrustalnej serii, nie objęte oddziaływaniem frontów metasomatycznej granityzacji (T. Butkiewicz, 1968). Laminację metamorficzną, której ślady zaznaczają się także w masywnych, grubokryształicznych marmurach kalcytowych, wyznaczają pierwotne płaszczyzny sedymentacyjnego warstwowania.

Kompleks marmurów zawiera przeławicenia łupków łyszczykowych, wśród pokładów wapieni krystalicznych występują wkładki łyszczykowe, a poszczególne ławice marmurów o różnorodnej barwie, cechach strukturalnych i zmiennych ilościach minerałów niewęglanowych tworzą naprzemianległe przerosty. Strefy przejściowe od marmurów do ławic łupkowych, rozdzielających soczewy marmurów, zbudowane są ze skał o charakterze łupków wapienistych i marmurów drobnolaminowanych smugami i warstewkami materiału łupkowego.

Procesy rekrytalizacyjne związane z metamorfizmem regionalnym polegały na izochemicznej rekrytalizacji (R. Folk, 1959; 1968). Zróżnicowanie składu chemicznego ma charakter pierwotny, wywołany procesami wczesnodiagenetycznej dolomityzacji węglanowych skał osadowych. Zależnie od termodynamicznych warunków procesów powodujących metamorficzne przeobrażenia oraz pierwotnego składu skał wyjściowych powstały pseudosparytowe marmury o zmiennych zawartościach fazy dolomitowej i kalcytowej. Dolomityzacja obejmuje swoim zasięgiem ławice po rozciągłości, nie dostrzega się gwałtownych zmian chemizmu w profilu pionowym. Granica odmian o zdecydowanej przewadze kalcytowej lub dolomitowej nie jest zarysowana ostro; poprzez stopniowe zwiększenie udziału fazy kalcytowej marmury o mieszanym chemizmie przechodzą w skały o dominującym udziale kalcytu. Występowanie fazy kalcytowej w formie równoległych przerostów, zgodnych z teksturą skały, oraz opisane wyżej przestrzenne zasięgi dolomityzacji wskazują, że jest to dolomit związany z przemianami wczesnodiagenetycznymi w wyniku metasomatycznej dolomityzacji nie skonsolidowanych osadów wapiennych (E. Ingerson, 1962; N. M. Strachow, 1962). Zdecydowana przewaga fazy kalcytowej w łupkowych skałach wapienistych wskazuje na to, że dolomityzacja objęła głównie części osadu pozbawione domieszek ilastych.

W obrazie mikroskopowym dolomit pochodzący z częściowo dolomitycznych skał występuje w postaci izolowanych ziarn, soczewek i smug, zbudowanych z drobnych kryształów o romboedrycznym wykształceniu. Marmury grubiej krystaliczne zawierają przyrosty i smużyste skupienia dolomitowe, układające się zgodnie z teksturą kierunkową skały. W marmurach dolomitowych kalcyt wypełnia interstycje, miejscami tworzy grubsze, soczewkowato wyciągnięte przerosty, ułożone w zgodnie równoległych smugach.

Rekrytalizacja zatarła pierwotne cechy strukturalne skał wyjścio-

wych, sporadycznie stwierdzono relikty mikrytowej substancji węglanowej, zachowanej w formie plamistych przerostów. Analizy chemiczne wykazały nieprzydatność marmurów obydwu złóż dla potrzeb przemysłu hutniczego i szklarskiego. Na podstawie badań technologicznych uznane zostały za dobry materiał dekoracyjny dla celów budowlanych.

Instytut Chemii Nieorganicznej
i Metalurgii Pierwiastków Rzadkich
Politechniki Wrocławskiej
Wrocław, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27
Nadesłano dnia 18 października 1975 r.

PIŚMIENNICTWO

- ALDERMAN A. R., SKINNER H. C. W. (1957) — Dolomite sedimentation in the south-east of South Australia. *Amer. Jour. Sci.*, **255**, nr 8, p. 561—567. New Haven.
- BALCHANOWSKI S., DZIEDZIC M. (1969) — Dokumentacja geologiczna złoża marmuru Romanowo Górne — kat. C₂. *Arch. Przed. Geol.* Wrocław.
- BEDERKE E. (1943) — Ein Profil durch das Grundgebirge der Grafschaft Glatz. *Geol. Rdsch.*, **34**, nr 1, p. 6—9. Leipzig.
- BUTKIEWICZ T. (1968) — Łupki krystaliczne pasma Krowiarek w Górach Kłodzkich. *Geol. Sudetica*, **4**, p. 47—113. Warszawa.
- FISCHER G. (1936) — Der Bau des Glatzer Schneegebirges. *Jb. Preuss. geol. L.—A.*, **56**, p. 712—732. Berlin.
- FOLK R. L. (1959) — Practical petrographic classification of limestones. *Bull. Amer. Assoc. Petr. Geol.*, **43**, nr 1, p. 1—38. Tulsa, Oklahoma.
- FOLK R. L. (1968) — Petrology of sedimentary rocks. *Hemphill's Austin*. Texas.
- DON J. (1964) — Góry Złote i Krowiarki jako elementy składowe metamorfiku Śnieżnika. *Geol. Sudetica*, **1**, p. 79—114. Warszawa.
- DROZDOWSKI S. (1970) — Dokumentacja geologiczna złoża marmuru Wapniarka — kat. C₂. *Arch. Przed. Geol.* Wrocław.
- INGERSON E. (1962) — Problems of geochemistry of sedimentary carbonate rocks. *Geochim. et Cosmoch. Acta*, **26**, p. 815—847. Oxford.
- KUŹNIAR J. (1960) — O warunkach występowania marmurów w północno-zachodniej części Krowiarek. *Kwart. geol.*, **4**, nr 1, p. 217—260. Warszawa.
- PENTLAKOWA Z., WOJNO T. J. (1952) — O niektórych marmurach dolnośląskich. *Biul. Inst. Geol.*, **80**, p. 3—39. Warszawa.
- RUŚKIEWICZ M. (1974) — Możliwości wykorzystania krajowych dolomitów do produkcji wykładzin konwertorowych. *Biul. Inst. Geol.*, **280**, p. 261—291. Warszawa.
- SMULIKOWSKI K. (1952) — Uwagi o starokrystalicznych formacjach Sudetów. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **21**, p. 67—124, nr 1. Kraków.
- SMULIKOWSKI K. (1957) — Formacje krystaliczne grupy górskiej Śnieżnika Kłodzkiego. *Przew. do XXX Zjazdu PTG w Ziemi Kłodzkiej*, p. 37—54. Wrocław.
- SMULIKOWSKI K. (1960) — Evolution of the granite-gneisses in the Śnieżnik Mountains — East Sudetes. *Report XXI Sess. Norden ... 1960 Intern. Geol. Congr.*, Part 14, p. 120—130. Copenhagen.

- SUŁKOWSKI S. (1965) — Marmur dolomitowy z Odrzychowic jako surowiec przemysłowy. Zesz. nauk. P. Śl., Górnictwo, z. 14, p. 63—78. Gliwice.
- ŚLIWIŃSKI S. (1966) — Dolomitizacja morskich utworów triasu krakowsko-śląskiego. Cz. III. Rudy i Met. niezēl., nr 3, p. 122—131. Katowice.
- TEISSEYRE H. (1957) — Rozwój budowy geologicznej w rejonie Łądka i Śnieżnika Kłodzkiego. Przew. do XXX Zjazdu PTG w Ziemi Kłodzkiej, p. 9—13. Wrocław.
- VANGEROW E. F. (1943) — Das Normalprofil des Algonkiums und Kambriums in den Mittleren Sudeten. Geol. Rdsch., 34, nr 1, p. 10—12. Leipzig.
- СТРАХОВ И. М. (1962) — Основы теории литогенеза, 3. Изд. АН СССР. Москва.

Барбара ВИТЕК

**ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МРАМОРОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ВАПНЯРКА И РОМАНОВО ГУРНЕ В СЗ ЧАСТИ ПОЯСА КРОВЯРЕК
(ВОСТОЧНЫЕ СУДЕТЫ)**

Резюме

Исследованные месторождения Вапнярка и Романово Гурне расположены в пределах суперкрупной стронской серии метаморфического массива Лёндек-Сънежник в зоне кальцитово-доломитовых мраморов (фиг. 1).

Месторождение Вапнярка состоит из трех главных линз и второстепенных пропластков в сланцах согласно с фолацией (фиг. 2). Мраморы, образующие главные линзы, характеризуются доломитовым химизмом $MgO:CaO = 0,45-0,60$ (табл. IV, фиг. 14, 15). Мелкие пропластки в сланцевой серии образуют крупнокристаллические кальцитовые мраморы ($MgO:CaO = 0,02-0,10$). Изменчивость химизма мраморов вдоль простираия пластов, наличие кальцитовой фации наряду с доломитовой в форме параллельных прослоек, свидетельствует о том, что доломитизация была вызвана метасоматозом недиагенезированных известняковых отложений (табл. III, фиг. 12, 13; табл. VI, фиг. 18, 19).

Проластки мраморов в месторождении Романово окружают сланцевые серии, согласованное падение которых на СВ происходит под углом $50-60^\circ$ (фиг. 4). В зонах перехода к слюдястым сланцам преобладает доломитовая фаза ($MgO:CaO = 0,42-0,50$). Крупнокристаллические мраморы представлены кальцитовой разновидностью ($MgO:CaO$ менее 0,15). Слоистость проявляется переслаиванием слюдястых минералов и железистых пропластков (табл. I, фиг. 8, 9, табл. II, фиг. 10, 11). Постепенный переход мраморов различного химизма и мраморов в известковые сланцы указывает на осадочное происхождение известняково-доломитовых серий. Дифференциация химизма является первичной и вызвана доломитизацией известковых отложений в период раннего диагенеза. Процессы, происходящие в условиях регионального метаморфизма, состояли в изохимической рекристаллизации.

Barbara WITEK

**PETROGRAPHY OF MARBLE DEPOSITS AT WAPNIARKA AND ROMANOWO
GÓRNE IN THE NORTH—WESTERN PART OF THE KROWIARKI RANGE
(EASTERN SUDETES)**

S u m m a r y

Marble deposits at Wapniarka and Romanowo Górne are situated within the supracrustal Stronie series of the metamorphic Łądek-Śnieżnik Massif, in the zone of calcite-dolomitic marbles (Fig. 1).

The marble deposit at Wapniarka consists of three main lenses and secondary intercalations which are embedded in the schistose background of the surrounding rocks, in accordance with foliation (Fig. 2). The marbles which form the main lenses are characterized by the chemical properties of dolomites $MgO:CaO = 0.45-0.60$ (Table IV, Figs. 14, 15). Fine intercalations occurring in the schistose series form coarse-crystalline calcite marbles ($MgO:CaO = 0.03-0.10$). Changes in the chemical properties of marbles along the strike of beds and the occurrence of the calcite phase — in addition to the dolomitic phase — in the form of parallel intergrowths show that dolomitization was caused by the metasomatism of nondiagenized lime deposits (Pl. III, Figs. 12, 13; Pl. VI, Figs. 18, 19).

Marble beds of the Romanowo deposit envelop schist series which dip conformably to the north-east at an angle of 50° to 60° (Fig. 4). In transitional zones to micaceous schists these marbles are characterized by the predominance of the dolomitic phase ($MgO:CaO = 0.42-0.50$). Coarse-crystalline marbles represent calcite varieties ($MgO:CaO$ below 0.15). Lamination is formed by interbeddings of micaceous minerals and ferruginous layers (Pl. I, Figs. 8, 9; Pl. II, Figs. 10, 11). Gradual transitions from one type of marbles to another (differing in chemical properties) and from marbles to lime schists indicate the sedimentary origin of the lime-dolomitic series. Differences in chemical properties are of an original character; they were caused by the dolomitization of lime deposits during the early diagenesis. The processes which took place in the conditions of regional metamorphism consisted in isochemical recrystallization.

TABLICA I

Fig. 8, 9. Marmur występujący wśród serii łupkowych. Laminację wyznaczają przerosty minerałów niewęglanowych (głównie łyŝczyki). Widoczne faliste zaburzenia w przebiegu lamin. Żyło Romanowo Górne, otwór V, głęb. 15,0—16,0 m; zmniejsz. $0,3 \times$

Marble occurring among schist series. Lamination marked by intergrowths of non-carbonate minerals (mainly micas). Showing wavy distortions in the course of laminae. Deposit at Romanowo Górne, borehole V, depth 15.0—16.0 m., dimin. $\times 0,3$

TABLICA II

Fig. 10. Marmur różowy laminowany warstewkami z obfitym udziałem substancji żelazistych. Żłoże Romanowo Górne, otwór IV, głęb. 50,0 m; zmniejsz. 0,3 ×
Pink marble, laminated by layers with large content of ferruginous substances.

Deposit at Romanowo Górne, borehole IV, depth 50.0 m.; dimin. $\times 0,3$

Fig. 11. Ta sama próbka w obrazie mikroskopowym. W drobnokrystalicznym tle węglanowym warstewkowe i smużyste przerosty nieprzezroczystych substancji żelazistych (hematyt). Nikole równoległe, pow. 17 ×

The same sample under the microscope. Showing laminated and streaky intergrowths of nontransparent ferruginous substances (hematite) against a fine-crystalline, carbonate background. Crossed nicols, $\times 17$

TABLICA III

Fig. 12. Marmur kalcytowy o strukturze grubokrystalicznej, budowie mozaikowej. Wśród minerałów węglanowych ziarniste agregaty kwarcu. Żłoże Wapniarka, otwór 2, głęb. 17,3 m. Nikole skrzyżowane, pow. 17 ×

Calcite marble of coarse-crystalline texture and mosaic structure. Showing granular quartz aggregates among carbonate minerals. Deposit at Wapniarka, borehole 2, depth 17.3 m. Crossed nicols, $\times 17$

Fig. 13. Ten sam marmur po reakcji mikrochemicznej. Ciemne tło kalcytowe, jasne smugi budują częściowo idiomorficzne ziarna dolomitu. Nikole równoległe, pow. $\times 17$

The same marble after microchemical reaction. Dark calcite background; light-coloured streaks are formed partly by idiomorphic dolomite grains. Crossed nicols, $\times 17$

TABLICA IV

Fig. 14. Marmur dolomitowy o strukturze drobnokrystalicznej. Żłoże Wapniarka, odsłonięcie nr 14. Nikole skrzyżowane, pow. 17 ×

Dolomitic marble of fine-crystalline texture. Deposit at Wapniarka, outcrop No. 14. Crossed nicols, $\times 17$

Fig. 15. Ten sam marmur po reakcji mikrochemicznej. Tło skały budują jasne, romboedryczne ziarna dolomitu, kalcyt wypełnia interstycje. Nikole równoległe, pow. 17 ×

The same marble after microchemical reaction. The background is composed of light-coloured rhombohedral dolomite grains; interstices filled with calcite. Parallel nicols, $\times 17$

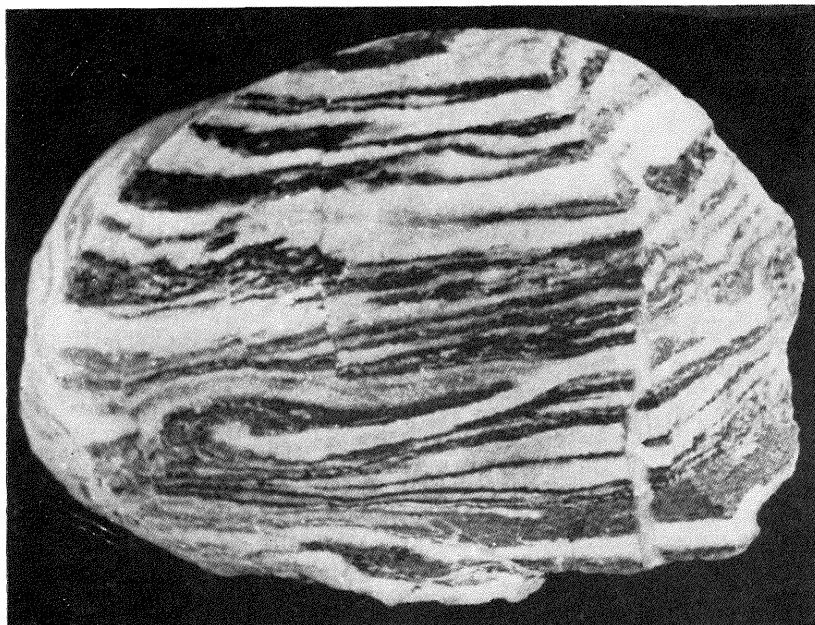


Fig. 8

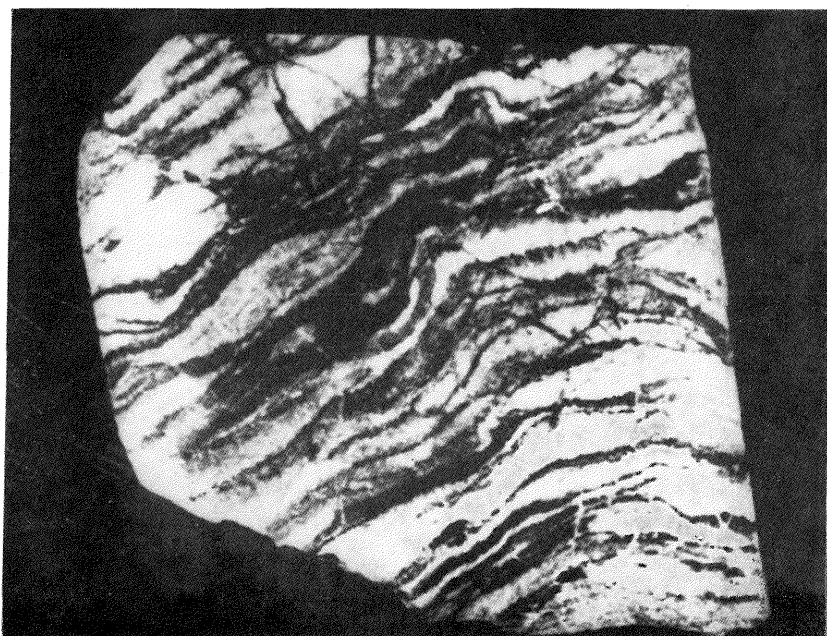


Fig. 9

Barbara WITEK — Badania petrograficzne marmurów złoża Wapniarka i Romanowo Górne
w NW części pasma Krowiarek

TABLICA V

Fig. 16. Tekstura warstewkowa wyznaczona przez naprzemianległe przerosty lamin o strukturze grubo- i drobnokrystalicznej. Złoże Romanowo Górne, otwór IV, głęb. 24,2 m. Nikole równoległe, pow. 17 ×

Laminated structure formed by alternating intergrowths of coarse- and fine-crystalline laminae. Deposit at Romanowo Górne, borehole IV, depth 24.2 m. Parallel nicols, × 17

Fig. 17. Marmur kalcytowy z domieszką minerałów ływczykowych po reakcji mikrochemicznej. Ciemne tło buduje kalcyt, jasne idiomorficzne ziarna dolomitu.

Złoże Wapniarka, otwór IV, głęb. 29,9 m. Nikole równoległe, pow. 17 ×

Calcite marble with admixture of minaceous minerals after microchemical reaction. Dark-coloured background composed of calcite; visible light-coloured, idiomorphic grains of dolomite. Deposit at Wapniarka, borehole IV, depth 29.9 m. Parallel nicols, × 17

TABLICA VI

Fig. 18. Marmur po reakcji mikrochemicznej. W jasnym tle dolomitowym nieregularne przerosty grubokrystalicznego kalcytu (ciemny). Złoże Wapniarka, otwór 1, głęb. 51,0 m. Nikole równoległe, pow. 17 ×

Marble after microchemical reaction. Showing irregular intergrowths of coarse-crystalline calcite (dark-coloured) against light-coloured dolomitic background. Deposit at Wapniarka, borehole 1, depth 51.0 m. Parallel nicols, × 17

Fig. 19. Marmur dolomitowy po reakcji mikrochemicznej. Jasne ziarna, tło dolomitowe, kalcyt (ciemny) wypełnia interstycje. Złoże Wapniarka, otwór 4, głęb. 6,0 m. Nikole równoległe, pow. 17 ×

Dolomitic marble after microchemical reaction. Light-coloured grains against dolomitic background; calcite (dark-coloured) fills interstices. Deposit at Wapniarka, borehole 4, depth 6.0 m. Parallel nicols, × 17

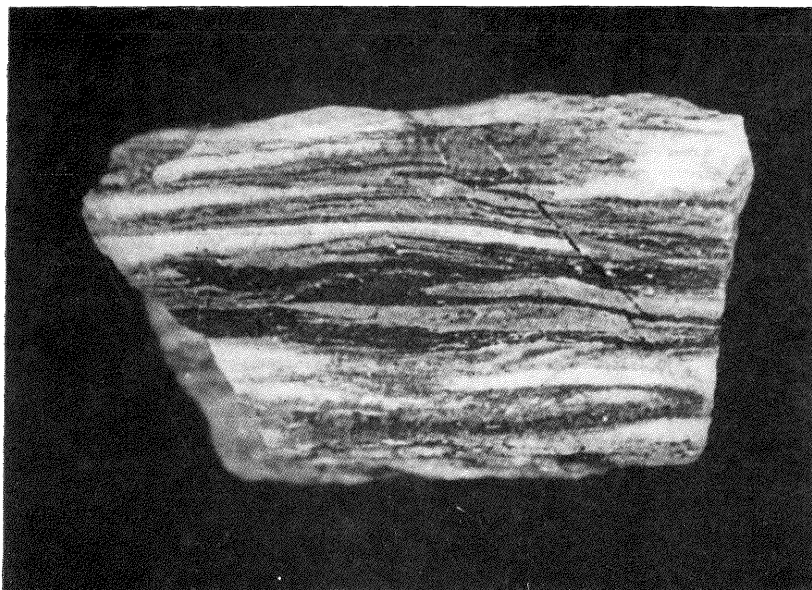


Fig. 10

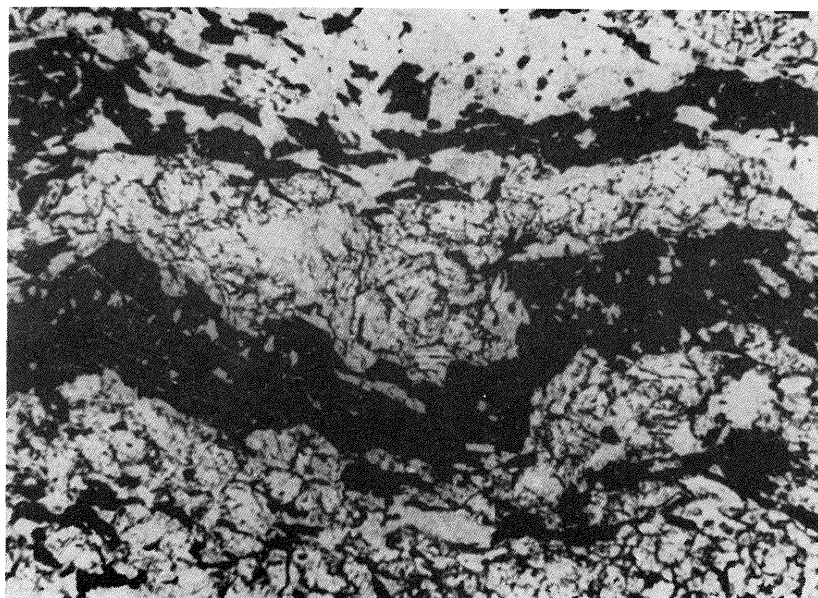


Fig. 11

Barbara WITEK — Badania petrograficzne marmurów złoża Wapniarka i Romanowo Górne
w NW części pasma Krowiarek

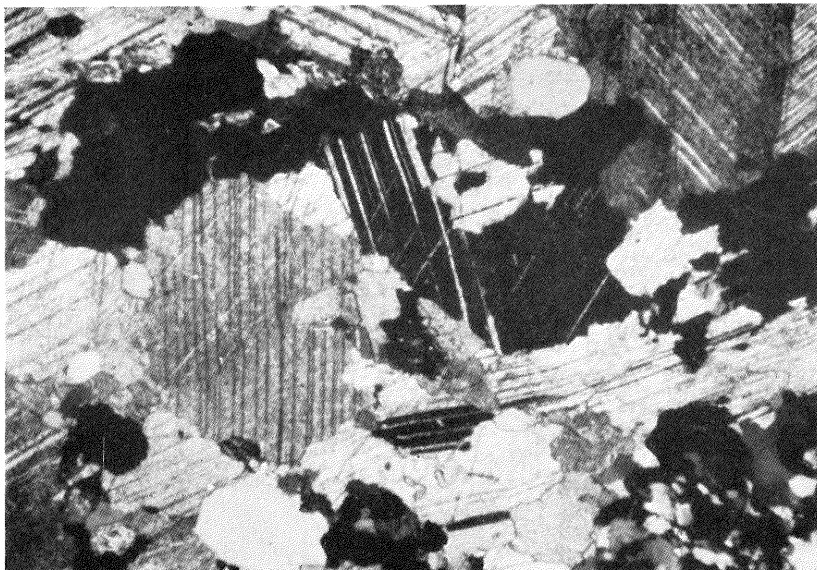


Fig. 12

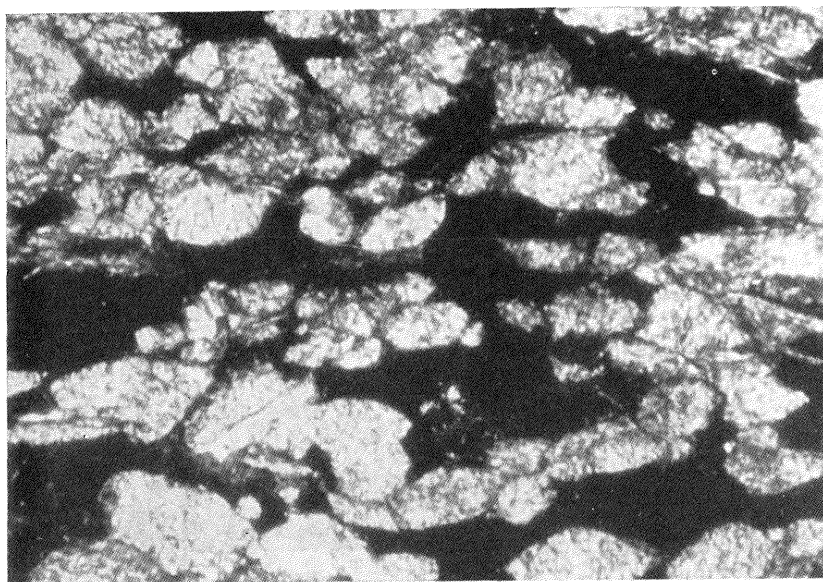


Fig. 13

Barbara WITEK — Badania petrograficzne marmurów złoża Wapniarka i Romanowo Górne
w NW części pasma Krowiarek

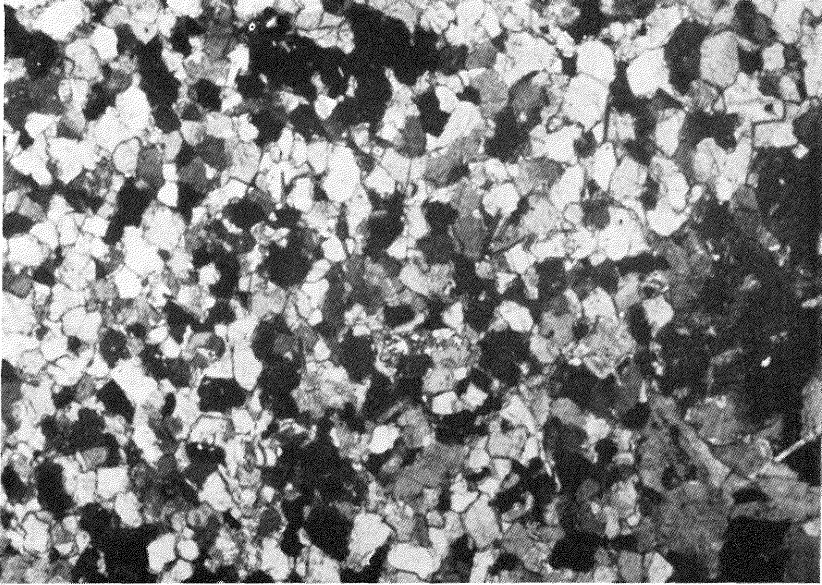


Fig. 14

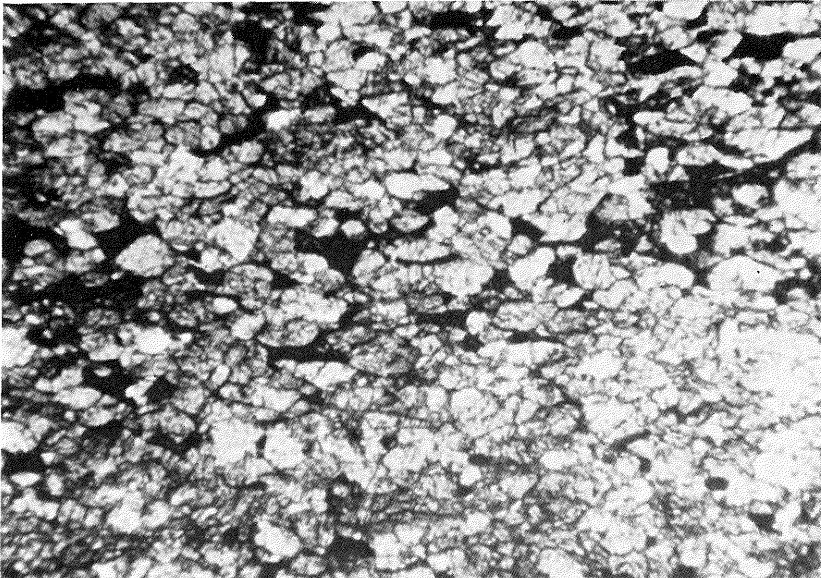


Fig. 15

Barbara WITEK — Badania petrograficzne marmurów złoża Wapniarka i Romanowo Górne
w NW części pasma Krowiarek

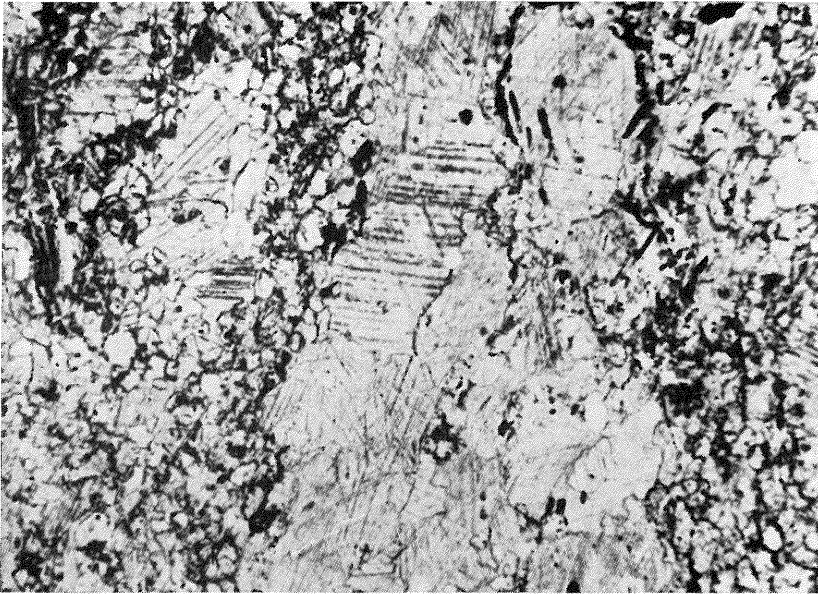


Fig. 16

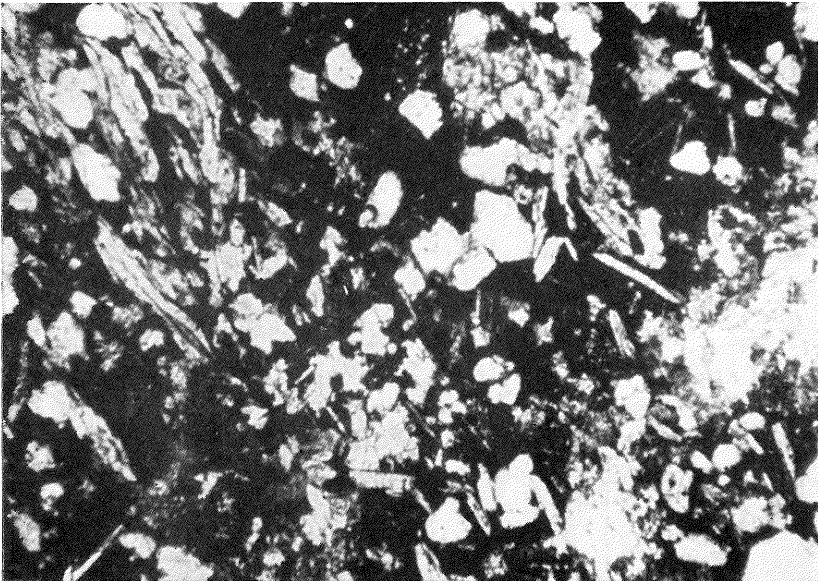


Fig. 17

Barbara WITEK — Badania petrograficzne marmurów złoża Wapniarka i Romanowo Górne
w NW części pasma Krowiarek

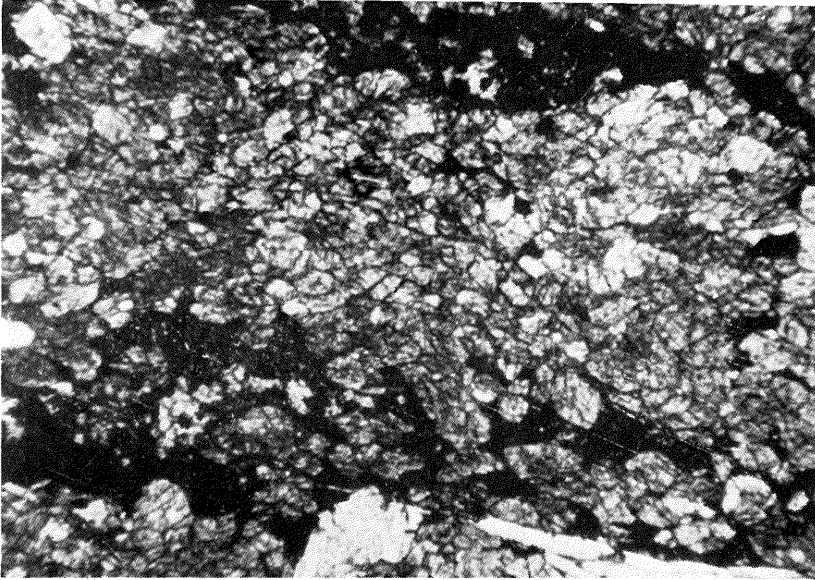


Fig. 18

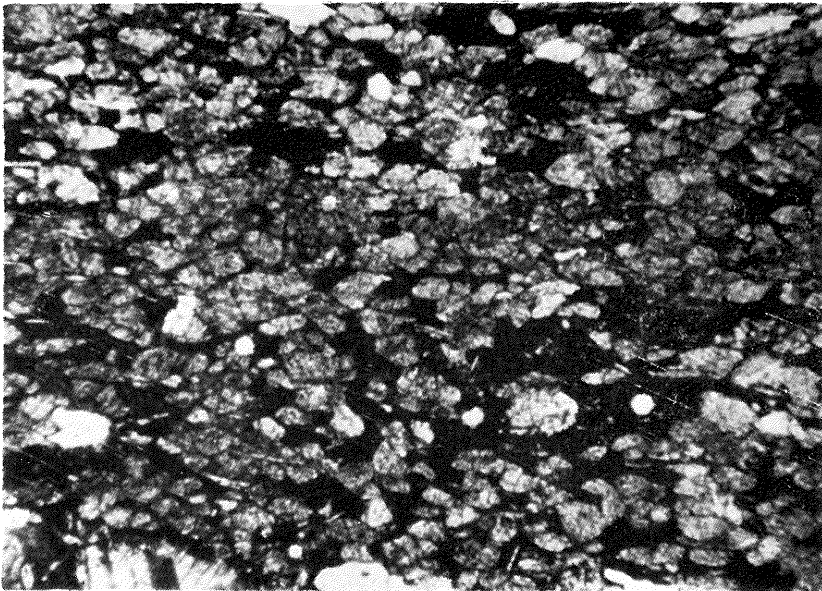


Fig. 19

Barbara WITEK — Badania petrograficzne marmurów złoża Wapniarka i Romanowo Górne
w NW części pasma Krowiarek

